Untersuchungen

über

die Lymphbahnen

des

Centralnervensystems.

Inaugural-Dissertation

der

medicinischen Facultät der Universität Strassburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Fritz Fischer
aus Cöln.

Bonn,

Druck von P. Neusser.

1879.

38

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät zu Strassburg im Elsass.
Referent: **Prof. Dr. Waldeyer.**

Im Jahre 1875 veröffentlichten Axel Key und G. Retzius[1]) die werthvollen Resultate ihrer Untersuchungen über das Verhalten der subduralen und subarachnoidalen Räume des Gehirns und Rückenmarkes und der Pacchioni'schen Granulationen. — Diese Resultate stützten sich auf Injectionen von menschlichen Leichen und Thieren und auf anatomische Untersuchungen.

Da bis jetzt noch keine Nachuntersuchungen, welche die Angaben von Axel Key und G. Retzius bestätigen oder widerlegen, veröffentlicht worden sind — wenigstens sind mir zur Zeit keine weitern einschlägigen Arbeiten bekannt geworden — so machte mir Herr Prof. Waldeyer den Vorschlag, diese Angaben zu prüfen und besonders das Verhalten der Pacchioni'schen Granulationen, oder wie ich sie lieber mit Luschka[2]) nennen will, der Arachnoidalzotten, zu Injectionen in den subduralen und subarachnoidalen Raum zu studiren.

Bevor ich zur Mittheilung meiner eigenen Untersuchungen schreite, will ich eine kurze Uebersicht der von Axel Key und G. Retzius gewonnenen Resultate vorausschicken:

Weder am Gehirn noch am Rückenmark besteht eine directe Communication des Subduralraumes mit den Subarachnoidalräumen; es treten diese Räume erst in den Sinnesorganen, den peripheren Ganglien und Nervenstämmen und den Arachnoidalzotten mit einander in Verbindung.

Der Subduralraum ist unter normalen Verhältnissen spaltförmig, da die Oberfläche der Arachnoidea der Dura mater sich überall anschmiegt. Während des Lebens enthält dieser Raum nur eine geringe Menge Flüssigkeit, nach dem

1) Axel Key und G. Retzius: Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Erste Hälfte. Stockholm, 1875.

2) von Luschka, Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns, Berlin, 1855.

Tode noch weniger. Diese Flüssigkeit reicht nur hin, den Häuten einen feuchten Glanz zu geben, „am Gehirn scheint sie reichlicher als am Rückenmarke".

Bei Injectionen in diesen Raum kommt der Abfluss nicht durch diejenigen Spalten, welche an der Innenfläche der Dura mater von Paschkewicz[1]), Michel[2]) und Frey[3]) angenommen sind und mit Lymphbahnen in dieser Haut zusammenhängen sollen, zu Stande. Spalten an der Innenfläche der Dura mater werden von Axel Key und G. Retzius nur im Zusammenhange mit den Arachnoidalzotten (s. w. unten) zugelassen; sie sagen[4]): „Der subdurale Raum hängt nicht durch etwaige Spalten an der freien Innenfläche der Dura mater mit den serösen Bahnen im Innern dieser Haut zusammen"[4]).

Die Abflusswege des Subduralraumes sind vielmehr folgende:

1) Die Arachnoidalzotten, welche von der Arachnoidea her durch wirkliche Spalten zwischen die Bündel der Dura mater sich einsenken, um dann mit ihrem kolbigen Ende in die Venen oder die venösen Sinus einzuschiessen. Die Injectionsflüssigkeit dringt von dem Subduralraum rings um die Zotten in den Sinus und durch die hier vorhandenen Spalten der Dura mater in das Gewebe der letztern ein.
2) Besondere Lymphbahnen, welche mit peripheren Lymphgefässen des Körpers zusammenhängen. (Beim Menschen sind von Axel Key und G. Retzius nie abführende Lymphgefässe injicirt worden, wohl aber beim Kaninchen und Hunde.) So wurden sehr oft die Lymphgefässe des Halses beim Kaninchen gefüllt gefunden; „sie scheinen"

---

1) Siehe Paschkewicz in den Beiträgen zur Anatomie und Histologie. Herausgegeben von Landzert. 1872. Petersburg.

2) Siehe Michel in den Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. 7. Jahrgang. 1873. Leipzig.

3) Siehe Frey, Handbuch der Histologie und Histochenie des Menschen. 1874. Leipzig.

4) Siehe Axel Key und G. Retzius. A. a. O. S. 70.

durch Lymphgefässe, die mit der Arteria carotis und Vena jugularis aus dem Schädel austreten, gefüllt worden zu sein.

3) Die serösen Bahnen der peripheren Nerven: Am Opticus wird der subdurale Scheidenraum bis zum Bulbus gefüllt; es dringt die Injectionsmasse in das Gehörlabyrinth (Perilymphe); mit dem Olfactorius gehen Zweige in die Nasenschleimhaut, „wo die Injectionsmasse aber ausserdem auch in Lymph- und Saftbahnen ausläuft.“ Hierdurch entsteht ferner eine Communication mit dem peripheren Lymphsystem des Halses. (Beim Menschen wurde dieses letztere Resultat jedoch nie erreicht.) Besonders leicht lässt sich das lymphatische Gefäss-System der Nasenschleimhaut des Kaninchens injiciren. Axel Key und G. Retzius erklären sich dies durch den Umstand, dass Arachnoidalzotten bis jetzt bei diesem Thiere nicht gefunden worden sind, dass also andere Wege nöthig waren, um die subdurale Flüssigkeit abzuführen. — Endlich geht die injicirte Flüssigkeit in Fortsetzungen des Subduralraumes an den übrigen Nervenwurzeln und von da in die Saftbahnen der Ganglien und der peripheren Nerven über.

Nie aber wurden bei reinen subduralen Injectionen die Ventrikel des Gehirns gefüllt, nie dringt bei subarachnoidalen Injectionen Flüssigkeit in den Subduralraum aus; somit ist also das Nichtvorhandensein des so vielfach umstrittenen Canalis Bichati bewiesen. (Bekanntlich sollte dieser Canal zwischen dem Splenium corporis callosi und den Corpora quadrigemina zur Tela choroidea tertia [superior] verlaufen.) Der Canalis Bichati ist ein Kunstproduct, welches dadurch zu Stande kommt, dass bei der Herausnahme des Gehirns aus dem Schädel die feinen Verschliessungsmembranen zerrissen werden. Der sogenannte Canal ist nach aussen wie nach innen gleichmässig durch das arachnoidale Gewebe verschlossen. Um sich hiervon zu überzeugen, muss man das Gehirn mit der grössten Vorsicht aus dem Schädel herausnehmen, muss man vor Allem das Tentorium cerebelli in

Situ lassen. Am so sorgfältig herausgenommenen Gehirn sieht man nun bei näherer Präparation Folgendes: Um die Vena magna Galeni ist arachnoidales Gewebe angeordnet, welches sie wie mit einer Röhre umscheidet (wie ja die Arachnoidea alle grössern Gefässe des Gehirns mit einer Scheide umgibt); oft ist dieser Scheidenraum in seinem Anfange trichterförmig erweitert, im weiteren Verlaufe aber legen sich die Wände der Scheide der Vene dicht an. Die Arachnoidea ist nun am Tentorium um die Vene herum festgeheftet und verschliesst so die äussere Oeffnung des sogenannten Canalis Bichati. Der Canal, welcher von arachnoidalem Gewebe gebildet ist, umgibt die Vene bis zur Nähe des dritten Ventrikel; hier sind nun Verhältnisse, „die sehr leicht zur Annahme eines offenen Zusammenhanges mit dem Ventrikel verleiten können. Der Recessus supra conarium dringt wie ein Blindsack in den untern Theil der subarachnoidalen Canals der Vene hervor. Dieser Recessus erstreckt sich nach hinten zu der Stelle, wo die Vene sich in ihre beiden Zweige theilt, welche ihn umfassen, an deren Wände, ebenso wie an der Spaltungsstelle der Vene, er mit seiner Aussenfläche innig befestigt ist. Sehr leicht entstehen hier beim Schnittführen Berstungen in der Wand des Recessus und der subarachnoidale Canal der Vene scheint sich dann direct in den dritten Ventrikel fortzusetzen“ [1]).

Am Gehirn und Rückenmarke stehen die subarachnoidalen Räume unter sich überall in offener Verbindung, so dass bei vollständig gelungenen subarachnoidalen Injectionen die subarachnoidalen Räume an der ganzen Oberfläche des Gehirns und Rückenmarkes gefüllt sind.

Am Rückenmarke befindet sich ein vorderes und hinteres „Subarachnoidalspatium“. Das vordere Subarachnoidalspatium stellt an der vorderen Fläche des Rückenmarkes einen zusammenhängenden, ungetheilten, nur von wenig Bälkchen durchzogenen Raum dar, der nach der Seite vom Ligamentum denticulatum begrenzt wird. Das hintere Subarach-

1) Siehe Axel Key und G. Retzius a. a. O. S. 102.

noidalspatium wird durch ein längsverlaufendes Septum und durch zahlreiche, parallel und schräg verlaufende Bälkchen und membranartige Septa in viele kleinere Räume getheilt.

An der Basis des Gehirns werden folgende subarachnoidale Räume oder „Cisternen" beschrieben:

1) Die Cisterna magna cerebello-medullaris; 2) Cisterna pontis media; 3) und 4) zwei Cisternae pontis laterales; 5) Cisterna intercruralis superficialis; 6) Cisterna intercruralis profunda; 7) Cisterna chiasmatis; 8) Cisterna laminae cinereae terminalis; 9) Cisterna corporis callosi; 10) und 11) zwei Cisternae Fossae Sylvii; 12) Cisterna ambiens. — Zur Cisterna ambiens gehört das Spatium subarachnoidale corporum quadrigeminorum. (Es ist dies die Partie, wo die Vena magna Galeni in das Gehirn eintritt.)

Ueber das Verhalten dieser Cisterna ambiens zur glandula pinealis, dem Conarium, geben Axel Key und G. Retzius Folgendes an: Die untere Fläche der glandula pinealis ist nach dem Subarachnoidalraum gerichtet, also von cerebrospinaler Flüssigkeit bespült; die obere Fläche ist nach dem Ventriculus tertius gewendet, indem dieser mit seinem Recessus pinealis (Reichert) [1]) sich nach hinten ausbuchtet.

Bei Injectionen in den Subarachnoidalraum füllte sich auch das aus subarachnoidalem Gewebe bestehende Velum triangulare (Tela choroidea) bis zu den Plexus choroidei laterales. Jeder Plexus lateralis setzt sich aus zwei Blättern zusammen, einem obern und einem untern. „Beide Blätter vereinigen sich miteinder bei der Fimbria zu einem gemeinsamen, sehr schmalen Blatte, welches am eigentlichen Rande der Fimbria sich befestigt; das obere Blatt schlägt sich zum Dache des Ventrikels um und folgt demselben bis zur Nähe des Seitenrandes des Ventrikels, es endigt dort mit freiem Rande" [2]). Das untere Blatt spannt sich von der Fimbria zum Boden des Ventrikels hin, um in der Nähe der Stria terminalis in das Ependym überzugehen; die untere Fläche ist

1) Axel Key und G. Retzius schlagen den Namen „Recessus supra corarium" vor.

2) Siehe Axel Key und G. Retzius a. a. O. S. 105.

fest mit dem Velum verbunden. Bis zu diesem Befestigungsrande dringt die subarachnoidale Injection in das Velum vor. Pia mater (Velum) dringt also nicht in die Ventrikel ein.

Von dem übrigen, an den Hemisphären des Gehirns befindlichen subarachnoidalen Gewebe und dessen Räumen wird Folgendes berichtet: Die Blutgefässe der Pia mater sind von „canalförmigen" perivasculären Räumen umgeben; das Gewebe zwischen diesen besteht aus feinen Häutchen, welche kleine Maschenräume einschliessen; die häutigen Gewebstheile wiederum bestehen aus „kleinen Räumen, die durch feine Häutchen begrenzt werden." Dieses sogenannte subarachnoidale Gewebe besteht aus fibrillären Balken, die Netze bilden, sie sind von vollständigen „Endothel- oder Häutchenscheiden" umschlossen.

Bei den Injectionen in die subarachnoidalen Räume werden gefüllt:

1) Die Arachnoidalzotten: es füllt sich das subarachnoidale Gewebe, welches die Hauptmasse dieser Bildungen ausmacht; dann dringt die Injectionsmasse durch das Zottenendothel in den die Zotten umgebenden Subduralraum und vermischt sich hier mit einer subduralen Injection. Von diesem Subduralraum der Zotten aus fliessen dann beide Massen in den Sinus resp. die Lacunae laterales sinus superioris ab [1]).
2) Die oben genannten Cisternen an der Basis des Gehirns und die beiden subarachnoidalen Spatien des Rückenmarkes.
3) Die subarachnoidalen Räume der Nerven, des Olfactorius (nie beim Menschen), Opticus, Acusticus und der übrigen peripheren Nerven; gerade wie beim Subduralraum.
4) Die Ventrikel des Gehirns.

---

1) Axel Key und G. Retzius verstehen unter „Lacunae laterales" unregelmässig begrenzte Höhlen in der Dura mater, welche sich in der Nähe des Sinus longitudinalis superior zu beiden Seiten desselben befinden und durch kleine Oeffnungen mit diesem communiciren. In diese Lucunae laterales, welche ich vollauf bestätigen kann, schiessen die Arachnoidalzotten hinein.

Durch die Füllung der Hirnventrikel wird das normale Vorhandensein des Foramen Magendii und der beiden Seitenöffnungen des vierten Ventrikel, der „Aperturae laterales ventriculi quarti“ bestätigt, da eine andere Communication, wenn ein Canalis Bichati nicht anerkannt wird, nicht besteht.

Die vom subarachnoidalen Raume aus injicirte Masse drang in die Substanz des Gehirns und Rückenmarkes mit den Blutgefässen innerhalb der Adventitialscheide derselben, in die Virchow-Robin'schen Räume, ein, nie aber in die Perivasculärräume von His [1]).

Als Pia mater bezeichnen Axel Key und G. Retzius am Gehirn nur die innerste, der Gehirnoberfläche anliegende Schicht; dagegen von der Pia des Rückenmarkes nehmen sie dasselbe an, wie alle anderen Autoren. Die Pia mater sendet mit allen Blutgefässen trichterförmige Fortsätze in die Substanz des Gehirns und Rückenmarkes ein; diese Fortsätze gehen in die Adventitialscheide über, d. h. in die Wand der Virchow-Robin'schen Räume. — Unter der Pia mater sowohl am Gehirn, wie am Rückenmarke existirt kein Hohlraum. Die von His angenommenen epicerebralen und epispinalen Räume sind wahrscheinlich nur als Kunstproduct zu bezeichnen.

Ueber die Histologie der Dura mater wird Folgendes angegeben: Die Zellen der Dura mater des Erwachsenen haben äusserst wechselnde Gestalt und Anordnung, sie richten sich hierin und bezüglich ihrer Lage ganz nach den Fibrillenbündeln. Die äussere und die innere Oberfläche der Dura mater des Rückenmarkes und die innere Oberfläche der Dura mater des Gehirns ist von Endothel bekleidet. — Das Böhm'sche [2]) Appendixnetz ist nichts anders als erweiterte Capillaren- und Venenwurzeln. — Durch Stichinjectionen lassen sich die Saftbahnen der Dura mater darstellen; sie bilden ein spaltförmiges Lückensystem zwischen den Fibrillen-

1) Siehe His in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 15. Bd. 1865.

2) Siehe Böhm: Experimentelle Studien über die Dura mater des Menschen und der Säugethiere. Virchow's Archiv. 47. Bd. 1869.

bündeln. Ausserdem befinden sich in der Nähe des Sinus longitudinalis superior besondere Höhlen von spindelförmiger Gestalt; trotz vielfacher Versuche gelang es nie, diese Höhlen von den übrigen Saftbahnen aus mit Injectionsmasse zu füllen. Man findet diese Höhlen nur in der Menschendura, am Sinus longitudinalis superior, am Sinus transversus und am Sinus petrosus superior.

Die Arachnoidalzotten oder Pacchioni'sche Granulationen sind normale Bildungen und haben eine hohe physiologische Bedeutung. Sie kommen an folgenden Stellen vor: 1) Im Sinus longitudinalis superior. 2) Im Sinus transversus. 3) Im Sinus rectus. 4) In den Sinus petrosi superiores. 5) In den Sinus cavernosi und 6) in den Venae meningeae mediae. Besonders zahlreich aber sind sie in den „Lacunae laterales sinus superioris" anzutreffen. Die Arachnoidalzotten bestehen aus subarachnoidalem Gewebe, welches mit seinen Balkennetzen die Dura mater durchsetzt; sie dringen mit freien verschiedengestalteten Köpfen in das Lumen der Sinus resp. in die Lacunae laterales sinus superioris vor. Die Zotten sind von einer arachnoidalen und ausserhalb dieser von einer duralen Scheide umhüllt, so dass sie also einen Theil der Dura mater vor sich herstülpen. Zwischen der duralen und arachnoidalen Scheide liegt der Subduralraum der Zotten und steht dieser in continuirlicher Verbindung mit dem Hauptsubduralraum des Gehirns. — Die Resultate bei Injectionen in den subduralen und subarachnoidalen Raum der Zotten sind schon oben angegeben.

Abgesehen also von der, wie mir scheint, sichern Entscheidung der vielumstrittenen Frage nach der Communication der beiden grossen lymphatischen Räume des Centralnervensystems unter sich und mit den Ventrikeln, haben die Verff. wesentlich unsere Kenntnisse von den peripheren Abflusswegen der lymphatischen Hirnflüssigkeiten zu fördern sich bestrebt; sie behaupten, um das Wesentliche hier noch einmal kurz zusammenzufassen: 1) Dass directe Communicationen zwischen subduralem und subarachnoidalem Raume nicht bestehen. 2) Dass ein Canalis

Bichati nicht existirt. 3) Dass die foramina Magendii und lateralia ventriculi quarti regelrechte Bildungen sind und die Wege darstellen, durch welche die Ventrikelflüssigkeit mit dem Subarachnoidalraume communicirt. 4) Dass die Ventrikel nur mit dem Subarachnoidalraume, nicht aber mit dem Subduralraume communiciren. 5) Dass die Pacchioni'schen Granulationen wichtige und normale Abflussbahnen für die subarachnoidale und die subdurale Flüssigkeit vermitteln und zwar, dass sie diese Flüssigkeiten in die venösen Sinus abführen. Zwischen den venösen Sinus und den lymphatischen Hirnräumen sollen dies die einzigen Verbindungsbahnen, beim Menschen, sein. 6) Dass ausserdem noch Commmunicationen beider Räume mit den scheidenartigen lymphatischen Bahnen der peripheren Nerven und mit den Lymphwegen der Nasenschleimhaut, des Bulbus und des innern Ohres bestehen. — Weniger sicher fällt das Votum der Verff. bezüglich der Controverse über die Virchow-Robin'schen und His'schen Lymphräume der Hirnsubstanz aus. Sie sprechen kein definitives Urtheil darüber aus, ob die His'schen Räume auch reguläre Lymphräume sind oder nicht.

Es handelte sich nun für mich darum, die Richtigkeit dieser Angaben zu prüfen, und hatte ich mir also im Wesentlichen Folgendes als Aufgabe zu stellen:

1) Mittels completer Injectionen des Subduralraumes und des Subarachnoidalraumes zu untersuchen, ob eine directe Communication beider Räume besteht oder nicht, und ob und in welcher Weise Communicationen mit den Ventrikelräumen vorhanden sind,
2) den histologischen Bau der Arachnoidalzotten und
3) die Abflusswege der injicirten Flüssigkeiten festzustellen.

Das technische Verfahren, welches ich zur Füllung der beiden Räume anwendete, war ziemlich dem von Axel Key und G. Retzius geübten gleich. — Um den subarachnoidalen Raum zu injiciren, wurde die Leiche auf den Bauch gelegt,

die Knochen der Wirbelsäule bloss gelegt und mit möglichster Vorsicht ein Wirbelbogen weggebrochen, so dass die Dura mater des Rückenmarks zu Tage trat. — Der Injectionsapparat bestand aus einem Trichter, einem Gummischlauch und einer Glascanüle. Die Glascanüle war ein einfach ausgezogenes Glasrohr, deren Spitze durch Schmelzen an der Gasflamme abgerundet war, so dass nicht leicht Verletzungen statthaben konnten. – Der Trichter, der mit der Canüle durch den Gummischlauch verbunden war, wurde in einem Stativ befestigt; zwischen dem Gummischlauch und der Canüle war ein Glasrohr eingeschaltet, um zu controliren, ob die zu injicirende Flüssigkeit frei von Luftblasen sei; das Glasrohr und die Canüle wurden durch ein kurzes Stück Gummischlauch verbunden. Um dieses kleine Gummirohr legte ich eine Klemme, damit ich die Injectionsflüssigkeit beliebig absperren und zufliessen lassen konnte. Die Injectionsflüssigkeit floss durch ihre eigene Schwere ein; nie habe ich einen höheren Druck als 50 mm. Quecksilber angewendet. — Sollte der subarachnoidale Raum gefüllt werden, so wurde die bloss gelegte Dura mit einer Scheere geschlitzt, die Arachnoidea trat durch diesen Schlitz heraus. Die mit Glycerin oder Wasser gefüllte Canüle wurde nächstdem durch die Arachnoidea, in welche eine kleine Oeffnung gemacht war, in den subarachnoidalen Raum eingeschoben, über die Canüle wurde dann der mit Injectionsmasse gefüllte Schlauch gestreift und die Klemme geöffnet. — Um den subduralen Raum zu injiciren, benutzte ich Anfangs dasselbe Verfahren, nur vermied ich, die Arachnoidea zu verletzen; sehr bald aber zeigte sich die grosse Schwierigkeit, die Canüle zwischen Dura mater und Arachnoidea einzuführen ohne Verletzung der letzteren. Da nun am Hirn die Arachnoidea der Dura mater nicht so dicht anliegt, wie am Rückenmarke, versuchte ich, vom Gehirn aus den Subduralraum zu füllen; ich trepanirte den Schädel, meistens am os parietale dextrum, hob die Dura mater vorsichtig in die Höhe, schlitzte dieselbe mit einem Scalpell und führte die Glascanüle so in den Subduralraum. Doch auch durch dieses Verfahren war es nicht immer möglich, die Arachnoi-

dea intact zu lassen. Herr Prof. Waldeyer liess mir eine Metallcanüle machen, an deren einem Ende eine kleine durchbohrte Platte angebracht war; diese kleine Platte wurde unter die Dura mater durch den Schlitz eingeführt, und so konnte die Dura mittels der Canüle etwas in die Höhe gehoben werden. Mit dieser Canüle habe ich die besten Resultate erhalten. — Als Injectionsmasse benutzte ich warme Leimlösung, die mit löslichem Berliner Blau, Richardson'schem Blau (mit Glycerin und Alkoholzusatz) oder mit Hoyer'schem Transparentgelb gefärbt war. (Fast ausschliesslich versuchte ich, mit blauer Leimmasse den Subarachnoidalraum zu füllen: mit gelbgefärbter Leimmasse wurde immer der Subduralraum injicirt.) In der letzten Zeit habe ich die von Fleischl[1]) empfohlene Asphaltlösung in Chloroform angewendet, welche bekanntlich den grossen Vortheil gewährt, dass man mit dieser ausserordentlich leicht fliessenden Masse kalt injiciren kann. — Die Leimmasse wurde durch einen Wärmetrichter, wie er in chemischen Laboratorien gebräuchlich ist, warm erhalten. — Injicirte ich warme Leimmasse, so wurde die Leiche vorher 3—4 Stunden in warmem Wasser erwärmt, die Injection selbst im warmen Wasser gemacht und mehrere Stunden lang fortgesetzt. 12—14 Stunden nach der Injection wurde das Gehirn und Rückenmark (dieses immer mit der Dura mater) unter der grössten Schonung aus der Leiche herausgenommen und in Alkohol zum Erhärten gelegt.

Ueber jeden Versuch habe ich ein kleines Protokoll aufgenommen; ich lasse die einzelnen Protokolle weiter unten kurz folgen.

1) Siehe Fleischl in den Berichten über die Verhandlungen der Königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig. Mathem.-phys. Klasse 1874.

I.

Die lymphatischen Räume des Centralnervensystems und deren Communication.

Nachdem Gehirn und Rückenmark gehärtet waren, wurden grössere Schnitte von denselben angefertigt. — Es zeigte sich bei allen reinen Versuchen, dass absolut keine directe Communication zwischen Subdural- und Subarachnoidalraum existirt. — Nur an den Arachnoidalzotten besteht eine Communication dieser beiden Räume, indem hier die Injectionsmasse, welche den subarachnoidalen Raum der Zotten gefüllt hatte, durch die sich in Folge der Füllung bildenden Stomata in der arachnoidalen Hülle (die nähere Begründung siehe unten) in den Subduralraum der Zotten gelangte und von hier aus in den Sinus. — Füllung peripherer Nervenscheiden habe ich beim Menschen nie erhalten.

Mit Axel Key und G. Retzius kann ich also behaupten, dass ein Canalis Bichati (siehe S. 5), durch welchen der Subduralraum mit den subarachnoidalen Räumen des Gehirns communiciren soll, nicht existirt.

Bei completen subarachnoidalen Injectionen waren die Cisternen an der Basis des Gehirns und die Cisterna ambiens (siehe Protokolle: Hirn No. XII und No. XIII) gefüllt; ebenso das Gewebe der Tela choroidea tertia („Velum triangulare" Axel Key und G. Retzius) siehe Protokolle: Hirn No. IV und No. V.

Das Foramen Magendii ist ein normales Gebilde, denn bei gelungenen Injectionen in die subarachnoidalen Räume, vom Rückenmarke aus, waren die Ventrikel gefüllt, ja bei completen Injectionen habe ich vollständige Abgüsse der Ventrikel erhalten (siehe Protokolle: Hirn No. III). Die Injectionsmasse war in Continuo von den subarachnoidalen Räumen des Gehirns durch das Foramen Magendii in den IV. Ventrikel zu verfolgen und ebenso war an den „aperturae laterales ventriculi quarti" die Leimmasse in dem Ventrikel mit der in dem subarachnoidalen Raume im Zusammenhang

zu finden [1]). Wir können also die Behauptung von Reichert [2]), Krause [3]) und Kölliker [4]), dass das Foramen Magendii und die aperturae laterales ein Kunstproduct seien, wohl mit Recht zurückweisen. — Das Foramen Magendii besteht schon beim Neugeborenen (siehe Protokolle: Hirn No. XII). Nur in einem Falle ist es mir gelungen, mit Leimmasse die Scheide des Opticus durch subarachnoidale Injection eine Strecke weit gefüllt zu erhalten. Als ich aber die Asphaltlösung in Chloroform zur Injection benutzte, habe ich mit der grössten Leichtigkeit eine Füllung der subduralen und subarachnoidalen Scheide des Opticus erhalten. Die Injectionsmasse ist bis zum Bulbus oculi vorgedrungen. Beim Kaninchen, Hunde und der Katze gelang es mir sehr leicht, die Nasenschleimhaut zu injiciren, auch ist es mir mit der Asphaltlösung gelungen, ein Gefässnetz in der menschlichen Nasenschleimhaut, sowohl vom subarachnoidalen wie vom subduralen Raume aus zu füllen (siehe unten das Nähere im 3. Kapitel).

Bei allen Injectionen, die ich bei Menschen, Hunden und Schafen anstellte, fand ich die Arachnoidalzotten mit Injectionsmasse gefüllt und dieselbe in den Sinus abgeflossen. Auch fand ich beim Menschen regelmässig die Injectionsmassen bis zu dem Ganglion Gasseri vorgedrungen. Ein Mal habe ich bei blutleerem Sinus longitudinalis superior einen vollständigen Abguss dieses Sinus durch Injectionsmasse erhalten (siehe Protokolle: Hirn No. III).

---

1) Marc See hat durch Injectionen in den subarachnoidalen Raum auch Füllung der Hirnventrikel beobachtet (siehe: Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie; fondée par Charcot etc. vom 10. Juni 1878 No. 6).

2) Siehe Reichert, Bau des menschlichen Gehirns. Leipzig 1860.

3) Siehe Krause, Allgemeine Anatomie. Hannover 1876, p. 460.

4) Siehe Kölliker, Entwickelungsgeschichte, 2. Aufl. 1879, p. 542.

II.

Der histologische Bau der Arachnoidalzotten.

Die Arachnoidalzotten kommen sowohl beim erwachsenen Menschen als beim Kinde und bei Neugeborenen (siehe Protokolle: Hirn No. XII, No. XIII und No. XVI etc.) constant vor; auch bei Thieren: bei der Katze, dem Hunde und dem Schafe traf ich dieselben. Beim Kaninchen dagegen habe auch ich vergebens nach diesen Bildungen gesucht.

Hauptsächlich finden sich die Zotten in den von Axel Key und G. Retzius entdeckten „Lacunae laterales sinus superioris“ [1]), weniger zahlreich an den andern oben genannten Stellen.

Die Lacunae laterales haben sehr wechselnde Gestalt und Ausdehnung; sie hängen unter sich zusammen und münden mit kleinen runden Oeffnungen in den Sinus longitudinalis superior ein; in die von Sinus abgewendete Seite der Lacunen münden die Venae meningeae. Fast regelmässig findet man die Lucunae laterales mit Arachnoidalzotten gefüllt.

Den Bau der Zotten studirte ich an Präparaten, die von möglichst frischen Gehirnen entnommen waren. (Die Hirnstücke wurden mit der ihnen aufsitzenden Dura mater in Pikrinsäure und Alkohol gehärtet und von den gehärteten Stücken mikroskopische Präparate angefertigt.)

Die einfachste Form der Arachnoidalzotten ist die eines flachen Hügels, der bei stärkerem Wachsthum eine kolbige, gestielte Form annimmt, welche Axel Key und G. Retzius zu dem Vergleiche mit einer Birne oder einem Ballon veranlassen; schliesslich confluiren diese Kolben zu grossen Gebilden, deren gelappte Anordnung an die Gestalt der Papillome erinnert. — Der Hügel oder der Stiel der grössern Zotten ist der Arachnoidea eingepflanzt und von ihr spriessen die Zotten auf.

Die Arachnoidalzotten bestehen aus Bindegewebe, das

1) Siehe Axel Key und G. Retzius a. a. O. S. 180.

mit dem subarachnoidalen Bindegewebe vollständig übereinstimmt. Dieses Bindegewebe setzt sich aus Fibrillenbündeln zusammen; die Fibrillenbündel durchflechten sich und anastomosiren vielfach mit einander; hierdurch bilden sich zahlreiche Maschen in dem Innern der Zotten, kurz, der Bau der Arachnoidalzotten stimmt vollständig mit dem von reinen Fibromen überein. — Der Stiel der Zotten zeigt Längsfaserung, in dem kolbigen Theile der Zotten lässt sich keine bestimmte Anordnung des Bindegewebes erkennen. Die Oberfläche der Zotten ist mit einem Endothel bekleidet, dem Arachnoidalendothel, dieses ist die Arachnoidalhülle der Zotten. Die grössern ausgebildeten Zotten sind in der Dura mater eingebettet; durch die „cribrirten" Theile der Dura gehen sie in das Innere derselben, indem sie deren Bündel auseinander treiben und in die Lacunen herein. (Bekanntlich besteht an der Innenseite der Dura mater in der Nähe des Sinus longitudinalis superior eine zahlreiche Durchflechtung der Fibrillenbündel der Dura; dieses Flechtwerk gibt der Dura ein eigenthümliches Aussehen, welches Axel Key und G. Retzius „cribrirt" nennen.) In den Lacunen und dem Sinus stehen die Zotten nicht „nackt", sondern sind von einer Duralscheide, die Axel Key und G. Retzius mit einer Kappe[1]) vergleichen, bekleidet. Diese Kappe besteht aus dünnen Balken von Duragewebe, ist inwendig von Endothel überzogen und auswendig nach dem Lumen des Sinus oder der Lacunen ebenfalls von Venenendothel bekleidet. „An einigen Stellen ist die Kappe sehr dünn, es können sich sogar beide Endothellagen berühren." Somit haben wir also auf den ausgebildeten Arachnoidalzotten eine dreifache Lage von Endothel: 1) das Arachnoidalendothel, 2) das Duraendothel, 3) das Sinusendothel. — Um diese dreifache Lage von Endothel nachzuweisen, hatte ich mit den grössten Schwierigkeiten zu kämpfen. An gehärteten Präparaten ist es natürlich unmöglich, diese Lagen wiederzufinden. Auch gelangte ich zu keinem Resultate bei Arachnoidalzotten, welche von Leichen stammten, die 24 Stunden (oder gar

1) Siehe Axel Key und G. Retzius a. a. O. S. 182.

noch später) post mortem zur Section kamen. Ich versuchte daher zunächst die Zotten bei frisch geschlachteten Thieren zu untersuchen; am Besten eignen sich hierzu die Arachnoidalzotten des Schafes.

Die Schädeldecke des frisch geschlachteten Thieres wurde schnell weggenommen, dann der Sinus longitudinalis superior und seine Lacunae laterales geöffnet, das etwa in ihnen befindliche Blut durch einen möglichst schwachen Wasserstrahl weggeschwemmt. Nun wurde der Theil des Sinus oder der Lacunen, in welchem sich die Arachnoidalzotten befanden, herausgeschnitten. Die Dura spannte ich dann auf einen Korkrahmen, und das so angefertigte Präparat wurde 3—5 Minuten lang in eine ¼% Argentum nitricum-Lösung gelegt und dem Lichte ausgesetzt. Sobald die Dura sich zu bräunen anfing, wurde das Präparat in Wasser leicht abgespült und 3—4 Stunden in angesäuertem Glycerin dem Lichte ausgesetzt. Von den so gefärbten Zotten suchte ich, indem ich sie einfach aus dem Sinus herausschnitt, Flächenbilder zu erhalten. Es gelang mir so, mich von der dreifachen Lage des Endothels zu überzeugen: unter den oberflächlichen, durch schwarze Linien begrenzten Zellen lag noch eine zweite Schicht von Zellen, deren Grenzen durch scharf ausgeprägte Linien gefärbter Kittsubstanz bestimmt wurden, und welche sich nicht mit den Grenzen der oberflächlichen Zellenlage deckten. An einzelnen Stellen, da wohl, wo die Duralkappe sehr dünn ist, lässt sich bei tieferer Fokaleinstellung noch eine dritte Lage von Zellen, welche der Arachnoidalhülle entspricht, erkennen. Uebrigens kann man die letztere auch auf Querschnitten sehr wohl von der duralen Endothelhülle unterscheiden. Die Querschnitte geben nur keinen sichern Aufschluss darüber, ob die Duralhülle doppelschichtig ist. Da nun, wo sich mehrere Zellen berühren, auch im Verlaufe der braunen Linien, welche zwei Zellen von einander scheiden, beobachtete ich unregelmässig begrenzte, intensiv braun gefärbte Flecke. Diese Flecke entsprechen wohl grössern Anhäufungen der intercellularen Kittsubstanz und gleichen durchaus denen, welche von vielen Seiten an den Silberbildern der

Gefässintima und der serösen Häute als Ausdruck der sogenannten „Stomata“ angesehen worden sind. Wenn nun auch nach neuern Erfahrungen — besonders Ranvier's und seiner Schüler — die Existenz ächter, praeformirter Lücken, Stomata, in den Endothelbekleidungen nirgends angenommen werden darf, so ist es doch wohl gestattet, die grössern im Silberbilde als dunkle Flecke erscheinenden Kittsubstanzanhäufungen als die Stellen zu bezeichnen, an welchen vorzugsweise der Durchtritt von Flüssigkeiten und der körperlichen Elemente des Blutes und der Lymphe stattfindet. Denn immer werden diese leichter die weiche Kittsubstanz passiren, als durch die Endothelzellenleiber selbst hindurchgehen. Es dürften also diese Flecke als Stomata im physiologischen Sinne immerhin zu bezeichnen sein. — Schliesslich konnte ich auch Arachnoidalzotten des Menschen im frischen Zustande 2 Stunden post mortem untersuchen. Das Verfahren war genau dasselbe, und bin ich auch für den Menschen zu demselben Resultate gekommen.

Zwischen der Duralkappe und der Zottenoberfläche ist ein spaltförmiger Raum, der nach unten um den Stiel der Zotten mit dem Subduralraume des Gehirns in Zusammenhang steht; diesen Raum kann man sehr wohl mit Axel Key und G. Retzius den Subduralraum der Zotten nennen. In diesem Raume finden sich zahlreiche Bindegewebsbündel (am Längsschnitt einer Zotte habe ich 6—8 solcher Bündel gefunden), durch welche die Kappe an die Zottenoberfläche befestigt wird. Siehe Figur 1.

III.

Die Abflusswege der injicirten Flüssigkeiten.

Bei Injectionen in die subarachnoidalen Räume werden die Zotten regelmässig gefüllt. Der Weg, auf welchem die Injectionsflüssigkeit in die Zotten gelangt, ist folgender: Die Injectionsmasse verläuft in den subarachnoidalen Räumen des Gehirns bis zu den Stielen der Zotten, durch diese Stiele direct in das Balkengewebe der Zotten, die Maschenräume im Innern der letztern werden gefüllt und gespannt, „die Zotte wird erigirt." Die Injectionsmasse geht durch die die Oberfläche der Zotten bildende Schicht (das Zottenendothel), und zwar vorzugsweise wohl durch die vorhin besprochene Kittsubstanzwege, in den subduralen Raum der Zotten, sie füllt diesen Raum und spannt die Duralscheide an. Die Duralscheide wird besonders an den Stellen, wo die Bindegewebsbündel derselben sehr sparsam sind und die Endothellagen sich fast berühren, auf denselben Wegen durchdrungen und so gelangt die Injectionsmasse in die Lacunen resp. in den Sinus, um sich hier mit dem Blute zu mischen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die sogenannten Stomata, d. h. die geschilderten Kittsubstanzwege, erst dann entstehen, erst dann sich öffnen, wenn die Zotten durch Flüssigkeit angespannt werden. Denn untersucht man uninjicirte Arachnoidalzotten, so findet man diese als zusammengefallene, schlaffe Gebilde; die injicirte Zotte aber erscheint erigirt, es sind grosse Bildungen aus ihnen geworden, die weit in den Sinus oder die Lacunae laterales hereinragen. Bei der Ausdehnung der Zotten muss die Kittsubstanz, durch welche die einzelnen Endothelzellen miteinander verklebt sind, sich anspannen und verdünnen, ja an einzelnen Stellen müssen bei starker Spannung richtige Stomata entstehen, besonders da, wo mehrere Zellen aneinander stossen. Hierdurch erklärt sich dann sehr leicht das Abfliessen der Flüssigkeit von dem Innern der Zotten in den Subduralraum. Die Flüssigkeit kann nicht in den Hauptsubduralraum zurückfliessen, weil durch die

Füllung des Stieles der Raum von dem übrigen Subduralraume des Gehirns abgeschlossen wird.

Injicirt man den Hauptsubduralraum, so dringt die Flüssigkeit nie in das Innere der Arachnoidalzotten, sondern fliesst um die Zottenstiele herum direct in den Subduralraum der Zotten, diesen füllend und die Duralscheide anspannend; die Zotte wird also gewissermassen von einem Flüssigkeitsmantel umgeben. Die Injectionsmasse fliesst dann durch die dünnen Stellen der Duralscheide in den Sinus ab.

Injicirt man beide Räume gleichzeitig mit verschiedengefärbter Flüssigkeit, so fliessen diese Injectionsmassen in dem Subduralraume der Zotten zusammen, mischen sich hier und fliessen vermischt durch die Duralscheide in den Sinus ab.

So findet also ein Uebergang von der subarachnoidalen resp. Ventrikelflüssigkeit in die Sinus, das Venensystem Statt. Umgekehrt kann die Flüssigkeit nicht wohl fliessen, denn: 1) Ist der Druck der subarachnoidalen Flüssigkeit höher, als der Blutdruck im Sinus [1]). 2) Nur durch das Füllen, das Anspannen der Arachnoidalzotten können sich die Stomata in dem Endothel bilden und so ein Durchtritt der Flüssigkeit statthaben, während jede vom Sinus aus zu den Zotten strebende Flüssigkeit die letzteren comprimirt und sich selbst den Durchtritt versperrt. Siehe Figur 1.

Die bis jetzt angegebenen Thatsachen stimmen vollständig mit den von Axel Key und G. Retzius angegebenen überein. In den nachstehenden zwei Punkten bin ich zu einem anderen Resultate gekommen.

Axel Key und G. Retzius sagen, dass bei Injectionen in den Subduralraum die Injectionsmasse nur auf dem Wege der Arachnoidalzotten ihren Abfluss in den Sinus findet, dass aber nie das Saftlückensystem der Dura mater gefüllt werde oder doch nur in Verbindung mit den Arachnoidalzotten; auf Seite 69 ihres so oft citirten Werkes sagen sie: „Wirkliche Spalten sind in der Dura mater gewiss vorhanden, aber so-

1) Siehe Axel Key und G. Retzius a. a. O. S. 187.

weit wir finden konnten, nur im Zusammenhange mit den Arachnoidalzotten. An diesen dringt auch die Injectionsmasse in das Innere der Dura hinein, aber nicht anderwärts; es sind indessen keineswegs diese an bestimmten Regionen vorkommenden Bildungen, die Paschkewicz, Michel und Frey gemeint haben, sondern nach deren Ansicht sollten die Spalten über die freie Fläche der Dura im Allgemeinen zerstreut liegen. Wenn sie wirklich vorhanden wären, so würde gewiss eine so leicht fliessende Masse wie Richardson's Blau bei langen und unter hohem Drucke ausgeführten Subduralinjectionen in sie eindringen und von ihnen ins Innere der Dura fortlaufen; das ist aber keineswegs der Fall. Nicht nur bei todten, sondern bei lebenden Thieren erhielten wir bei unsern Subduralinjectionen stets solche negative Resultate. Die sehr feinkörnige Masse dringt auch bei diesen Injectionen nicht durch die Spalten an der Innenfläche der Dura in diese Haut hinein. Michel, der die Existenz solcher Spalten annimmt, konnte auch nicht finden, dass bei seinen subduralen Injectionen die Flüssigkeit in die supponirten Spalten eindrang. — Wenn aber Oeffnungen der angegebenen Art wirklich vorhanden wären, so müsste die Injectionsmasse auch vom Subduralraume aus durch dieselben eingepresst werden können. Nach Allem aber, was wir finden konnten, sind indessen die geschilderten Spalten Kunstprodukte."

Bei der Untersuchung der Gehirne fiel mir auf, dass bei allen gut gelungenen subduralen Injectionen der Theil der Dura mater, welcher dem Gehirn zugewendet war, mit einer Schicht von Injectionsmasse fest anschliessend umgeben war. — Bei der mikroskopischen Untersuchung solcher Duratheile zeigte sich dann, dass die Injectionsmasse auch da, wo keine Arachnoidalzotten zu finden waren, und möglichst weit vom Sinus longitudinalis superior entfernt, in das Gewebe der Dura mater eingedrungen war, und zwar in Saftlücken und Saftcanälchen entsprechende Räume oder in grössere spaltförmige Räume oder gar in Venen der Dura mater. An manchen Präparaten konnte ich an den Stellen, wo die Masse eindringt, kleine grubenartige Vertiefungen finden, von wo

aus die Masse mittelst feiner Communicationswege in die Spalten gelangt war; sehr oft wurde die Injectionsmasse in den Venen und um dieselben gefunden, nie aber waren Arterien injicirt.

Aus diesem Befunde glaube ich nun schliessen zu müssen, dass die Injectionsmasse in die von Böhm[1]) und Paschkewicz an der Innenfläche der Dura mater gefundenen Stomata hineingedrungen und von da aus in die Saftcanälchen der Dura gelangt ist und schliesslich auch die Venen gefüllt hat. Meine Erfahrungen bestätigen hierin die wichtigen Resultate der zuerst von Böhm angestellten Versuche. Auch Paschkewicz hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die kleinen Räume, die er in der Dura mater fand, „aller Wahrscheinlichkeit nach mit der Cavitas serosa cranii vermittelst der Spalten in Verbindung stehen, die er auf der Innenfläche der Dura zwischen den Epithelzellen zu sehen bekam".

Wir hätten also noch einen und zwar sehr wichtigen und weitverbreiteten Abflussweg der subduralen Flüssigkeit nach dem Sinus hin, nämlich durch die Lymphbahnen der Dura mater. Was die gelegentlich beobachtete Füllung der Venen anlangt, so ist ja schon seit Langem durch v. Recklinghausen und Böhm festgestellt, dass die Saftcanälchen auch mit den Blutgefässen communiciren. — Siehe Fig. 2.

Dadurch dass Axel Key und G. Retzius in den Arachnoidalzotten den einzigen Weg für den Abfluss der subarachnoidalen und subduralen Flüssigkeit zu den Hirnsinus sehen, haben sie diesen Gebilden eine bisher ungeahnte physiologische Bedeutung vindicirt. Sie galten bislang mehr nur als anatomische Curiositäten, denen eine wesentliche Bedeutung nicht zukomme; nach Axel Key und G. Retzius wären sie hingegen normale Bildungen und von grösster Bedeutung für den Abfluss der Hirnlymphe.

Mit dieser Auffassung der schwedischen Forscher stimmte es schon wenig zusammen, dass die Arachnoidalzotten oft in sehr geringer Zahl vorhanden und bei Neugeborenen immer nur angedeutet sind, bei Erwachsenen oft sehr klein gefunden werden, bei einzelnen Thieren, z. B. beim Kaninchen, voll-

1) Böhm in Virchow's Archiv 47. Band.

ständig fehlen. Sollte man annehmen, dass es bei der Abfuhr der Hirnlymphe aus dem subduralen Raume auf dem von Axel Key und G. Retzius entdeckten nächsten und bequemsten Wege, durch die Sinus durae matris, wenig ankomme und in den Lymphbahnen der Nasenschleimhaut sowie der beiden andern Sinnesorgane und der Hirnnerven die wesentlichen Abflusscanäle erblicken? Dann würden sowohl die Arachnoidalzotten, als überhaupt die Communication der grossen Lymphräume des Gehirns mit den Blutwegen der Dura einer wesentlichen Bedeutung ganz entkleidet werden. — Ich glaube nun, während ich die Annahme einer wesentlichen Bedeutung der Arachnoidalzotten allerdings aufgeben muss, doch für die Communication, wenigstens des Subduralraumes mit den Blutsinus als einer normalen, bei allen von mir untersuchten Geschöpfen stets vorhandenen, und somit wichtigen, eintreten zu sollen. Auf die Resultate meiner Untersuchungen der Dura mater gestützt, glaube ich noch einen Weg für den Abfluss der Subduralflüssigkeit, und zwar direct durch die Dura mater, gefunden zu haben; es ist dieser Weg ein sehr einfacher und scheint mir derselbe auch sehr ausgebildet zu sein.

Ferner ist es mir schliesslich gelungen, die Lymphgefässe der Nasenscheimhaut auch beim Menschen, sowohl vom Subdural- als vom Subarachnoidalraume aus zu injiciren und kann ich in diesem Punkte die Angaben von Axel Key und G. Retzius und Schwalbe[1]) ergänzen.

Wir haben also beim Menschen drei Bahnen, auf welchen ein Abfluss der Cerebrospinalflüssigkeit statthaben kann: 1) die Arachnoidalzotten; 2) die Lymphbahnen in der Dura mater; 3) die Lymphgefässe der Nasenschleimhaut. (Ich führe als sicher constatirt nur diese drei Wege hier an, da mir, wie erwähnt, die längs der peripheren Nerven von Axel Key und G. Retzius gefüllten Bahnen nicht zu injiciren gelungen ist und ich auch weder am Opticus noch im innern Ohre eine weiter peripher gehende Communication nachweisen konnte.)

1) Siehe Schwalbe, Centralblatt für die medinischen Wissenschaften. 1869.

Die Arachnoidalzotten spielen, nach meiner Ansicht, eine mehr untergeordnete Rolle, ich halte sie für eine Art Schutzvorrichtung, die erst dann in Function tritt, wenn die übrigen Wege schon vollständig in Anspruch genommen sind.

Mit warmer Leimmasse ist es mir ebensowenig wie Axel Key und G. Retzius gelungen, die Lymphgefässe der Nasenschleimhaut beim Menschen injicirt zu erhalten; auch konnte ich mit warmer Leimmasse nie vollständige Injectionen der Opticusscheiden bekommen. — Als ich aber die von Fleischl empfohlene Injectionsmasse, Asphalt in Chloroform gelöst, anwendete, gelang es mir regelmässig, die Opticusscheiden und die Lymphgefässe der Nasenschleimhaut beim Thier vom Subdural- und Subarachnoidalraume aus zu injiciren. Dass es sich bei diesen Injectionen um Lymphgefässe handelte, geht wohl daraus mit Evidenz hervor, dass sehr oft Lymphdrüsen am Halse injicirt gefunden wurden; bei einem Hunde liess sich sogar die Injectionsmasse in den Lymphgefässen des Schlundkopfes nachweisen und von hier aus injicirte Gefässe bis zu den Lymphdrüsen verfolgen, welche auch schwarz injicirt waren. — Da es mir nun bei Thieren so leicht gelang, die Lymphgefässe der Nasenschleimhaut zu injiciren, versuchte ich es mit der Asphaltlösung auch beim Menschen. Die mir zu diesem Zwecke zu Gebote stehenden Leichen waren von Kindern und Erwachsenen. Das technische Verfahren bei der Injection war genau dasselbe wie bei den Injectionen mit warmer Leimmasse. Nachdem das Gehirn herausgenommen war, untersuchte ich die Augenhöhlen und fand die Opticusscheiden bis an den Bulbus, aber nicht weiter, injicirt; bei subduralen Injectionen fand ich am Eintritt des Opticus in die Sclera regelmässig eine kolbenförmige Anschwellung der Scheide; bei subarachnoidalen Injectionen jedoch nie. Die mikroskopische Untersuchung transversaler Schnitte des Opticus zeigte, dass eine vollständige Trennung der beiden Räume am Sehnerven besteht. Eine genauere Untersuchung dieser Scheiden habe ich nicht angestellt. — Um nun zur Nasenhöhle zu gelangen, machte ich den auf hiesigem Präparirsaale sogenannten „Pharynxschnitt", d. h. ich

durchsägte, nachdem die Weichtheile hinter der Ohrmuschel durchschnitten waren, in schräger Richtung nach dem Clivus Blumenbachii die Basis cranii auf beiden Seiten des Schädels. Sobald die beiden Sägeschnitte vereinigt und die Weichtheile des Halses bis auf die Wirbelsäule durchschnitten sind, ist es ein Leichtes, die vordere Partie des Schädels von der hintern zu trennen; nachdem nun der Oesophagus und der Pharynx aufgeschnitten sind, hat man die Nasenhöhle von der Rachenseite her vor sich. Ich durchsägte nun mit einer Stichsäge gleichzeitig das Palatum durum, die Keilbeinflügel und die Pars orbitalis des Stirnbeins, auf beiden Seiten der Nasenhöhle wurde dieser Schnitt geführt, an der Crista galli stiessen dann die beiden Sägeschnitte zusammen. So gelingt es leicht, die ganze Nasenhöhle aus dem Schädel ohne grosse Verstümmelung herauszunehmen. An den so gewonnenen Präparaten fand ich, bei gut gelungenen Injectionen, in der ganzen Regio olfactoria ein zierlich schwarz injicirtes Netz von Gefässen. Dieses Netz, das wie beim Thiere von der Lamina cribrosa strahlenförmig ausgeht, durchsetzt die Schleimhaut der Regio olfactoria (bis jetzt ist es mir nur einmal gelungen, die Regio respiratoria eine Strecke weit injicirt zu erhalten) und stehe ich nicht an, dieses für eine Füllung der Nervenscheiden des Olfactorius zu halten, ausserdem aber fand sich noch ein Netz feiner, in verschiedener Richtung verlaufender und mannichfach anastomosirender Gänge. Dieses Netz zeigt knotige Anschwellungen und bildet ein unregelmässiges Maschenwerk, gerade wie wir es nur bei Lymphgefässen finden. Kurz, die Flächenbilder, die ich erhielt, entsprachen fast vollständig denen, die Axel Key und G. Retzius für das Kaninchen und den Hund gegeben haben. Beim Menschen ist das Maschenwerk etwas weiter, als beim Kaninchen und Hunde, auch scheint mir die Anordnung der Gefässe regelmässiger zu sein, d. h. die Verzweigungen sind mehr baumförmiger Natur, und sieht man die dünnen Gefässe plötzlich sich in dickere ergiessen. — (Siehe Fig. 3.) — Auf Querschnitten durch die Nasenschleimhaut fand ich jedes Mal die Arterien und Venen leer, auch habe

ich nie eine Füllung der Knochenblutgefässe erhalten. In einem Falle, wo nach lymphatischer Injection vom Subarachnoidalraume aus Schnittpräparate nach vorheriger Erhärtung der Schleimhaut in Müller'scher Flüssigkeit angefertigt wurden, konnte ich zwischen den mit Asphalt injicirten Bahnen ein reich entwickeltes Netz von Gefässen nachweisen, welches vielfach noch Blutkörperchen enthielt, niemals aber Asphaltmasse. Noch ein anderer Umstand kommt in Betracht, der es verbietet, das von mir injicirte Netz etwa für ein Blutgefässnetz anzusprechen und etwa auf die vielfach behauptete Communication zwischen dem Sinus longitudinalis superior durch das foramen coecum mit den Venen der Nasenhöhle zu recurriren. Einer unserer erfahrendsten Anatomen, Sappey [1]), gibt an, dass die genannte Communication nur als Ausnahmefall im kindlichen Alter vorkomme; Henle [2]) sagt, dass sie regelmässig nur bei Kindern vorkomme. Auch Prof. Waldeyer und Prof. Jössel erinnern sich nicht, jemals einen solchen Zusammenhang, wie er in manchen Handbüchern [3]) behauptet wird, beim Erwachsenen bemerkt zu haben. — In einem Falle, bei einem 2½jährigen Kinde, gelang es mir, vom Sinus longitudinalis superior aus die Blutgefässe der Nasenschleimhaut zu füllen. Dieser Fall zeigt aber zur Evidenz, dass die beiden Gefässnetze, welche man, das eine durch Injection der cerebrospinalen Lymphräume, das andere durch Injection des Sinus, in der Nasenschleimhaut füllen kann, vollständig von einander verschieden sind. Die subdurale oder subarachnoidale Injection liefert ein Gefässnetz mit engen, winklig verzogenen Maschen, durchschnittlich von weiterem Kaliber, mit Erweiterungen und Uebergängen in kleine sternförmige Räume versehen. Bei der Injection in den Sinus zeigten die Bahnen, abgesehen von den weitern deutlich als grössere Blutgefässe erkennbaren Wegen, ein dreh-

1) Siehe Sappey, traité d'anatomie descriptive. 2me édit. V. II.

2) Siehe Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. III. Band. Gefässlehre. S. 349. Braunschweig, 1876.

3) Siehe Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, S. 272. Wien, 1878. Hollstein, Lehrbuch der Anatomie, S. 48. 5. Aufl.

rundes, gleichmässiges Kaliber mit langgezogenen Maschen, ohne Ausbuchtungen und Verbindungen mit sternförmigen Räumen.

Nachdem ich diese Untersuchungen beendigt hatte, versuchte ich noch den Raum, welcher zwischen Dura mater des Rückenmarkes und dem Wirbelcanal gelegen ist, zu injiciren. Ich schlage für diesen Raum, nach dem Vorgange von Michel den Namen „epiduralen Raum des Spinalcanals“ vor.

Das Verfahren, dessen ich mich zur Injection dieses Raumes bediente, war folgendes. Ich liess mir eine starke Canüle aus Stahl construiren, an deren unteres Ende ein Schraubengewinde geschnitten war. Mit dieser Canüle, in deren Lumen ich einen Troikartstift einfügte, bohrte ich hart neben dem blosgelegten Processus spinosus eines Wirbels den Knochen durch und dann wurde über das freie Ende der Canüle, nachdem der Troikartstift herausgenommen war, ein Gummischlauch gestreift, welcher mit einem, auf einem Stativ befestigten Trichter in Verbindung stand. Als Injectionsflüssigkeit wählte ich eine 1/4% Argentum nitricum-Lösung. Der Druck, welchen ich bei diesen Injectionen anwandte, war nie höher als 80—90 mm. Quecksilber.

Als Versuchsobjecte dienten mir menschliche Leichen, (ausschliesslich Kinderleichen) und frisch getödtete Thiere: Hunde, Katzen und Kaninchen.

Die Resultate bei diesen Injectionen sind kurz folgende: Die Injectionsflüssigkeit fliesst verhältnissmässig schnell ab. Dass Fett, welches in dem Wirbelcanal um das Rückenmark sich befindet, wird tief schwarz gefärbt. Untersucht man nun die Bauch- und Brusthöhle, so findet man auf der Pleura parietalis und der Lungenoberfläche an dem Endothel die schönste Silberzeichnung, ebenso an dem Peritonaeum die bekannten Saftcanalbilder. Das retropharyngeale, das retropleurale Gewebe, die Gebilde des Mediastinum posticum sind

von Silber gebräunt, ebenso das Retroperisonealgewebe. Das umgebende Gewebe der peripheren spinalen Nerven ist von ihrem Austritte aus der Dura des Rückenmarkes bis in feine Verzweigungen durch Silber gebräunt. — Nie aber fand ich Silberwirkung an der Dura mater cerebralis; nur bis zum foramen magnum liess sich das Silber verfolgen. Es erklärt sich dies letztere leicht aus dem Umstande, dass wir im Wirbelcanal noch eine Auskleidung von Periost haben, dass aber am Schädel die Dura die Rolle des Periostes mit übernehmen muss.

Nach diesem Befunde stehe ich nicht an, auch den epiduralen Raum des Spinalcanals zu den lymphatischen Räumen zu zählen und anzunehmen, dass derselbe mit zahlreichen peripheren Lymphwegen in Verbindung steht.

Protokolle.

Hirn No. I.

Mann 53 Jahre alt. Der erste Lendenwirbel weggebrochen, die Dura freigelegt. Subdurale Injection mit Richardson'schem Blau.

Sinus longitudinalis superior mit blauer Masse gefüllt, Arachnoidalzotten blau injicirt, die grösseren prall gefüllt. Im Sinus transversus kleine blau injicirte Arachnoidalzotten, ebenso! am Torcular Herophili. — Am Rückenmark und Hirn reine subdurale Injection. In den Ventrikeln des Gehirns ist keine Spur von Injectionsflüssigkeit nachzuweisen. — Die Dura mater steckt voll mit blau injicirten Lymphspalten, die oft mit Venen communiciren.

Hirn No. II.

Mann 58 Jahre alt. Der erste Lendenwirbel weggebrochen. Subarachnoidale Injection mit Richardson's Blau.

Vollendete subarachnoidale Injection auf der linken Hemisphäre, ebenso rechts. In den Ventrikeln des Gehirns war Injectionsflüssigkeit nachzuweisen. — Die Arachnoidalzotten im Sinus longitudinalis superior und den Lacunae laterales sind blau injicirt; auch im Sinus transversus, besonders links, sind blau injicirte Arachnoidalzotten zu finden. — Die Injectionsmasse hält sich überall streng subarachnoidal und ist bis in die Sulci vorgedrungen. Man findet bei der mikroskopischen Untersuchung der Hirnoberfläche, dass die Injectionsmasse in die Maschen des subarachnoidalen Gewebes überall infiltirt ist, und eine Strecke weit in den Virchow-Robin'schen Lymphräumen nach abwärts geht.

Hirn No. III.

Frau 50 Jahre alt. Die Leiche wurde gewärmt; der VI. Brustwirbel und I. Lendenwirbel weggebrochen, die Dura mater frei präparirt. Die subdurale Injection vom VI. Brustwirbel aus mit gelber Leimmasse, die subarachnoidale vom I. Lendenwirbel mit blauer Leimmasse. — Die subdurale Injection ist nicht bis zum Hirn vorgedrungen, am Rückenmarke aber sind beide Injectionen getrennt.

Die subarachnoidale Injection ist ziemlich vollständig und besonders den Gefässen (die Arterien waren injicirt) der Convexität gefolgt. Im Sinus longitudinalis findet sich eine zusammenhängende blaue Leimmasse vor, die denselben vollständig ausfüllt. Arachnoidalzotten sind deutlich wahrzunehmen und auch mit blauer Masse gefüllt. Der IV. und III. Ventrikel vollständig mit blauer Masse ausgegossen; pralle Füllung der Cisternen an der Basis. — Die mikroskopischen Präparate, die gewonnen sind von der Hirnoberfläche, zeigen in der Arachnoidea Maschen, die injicirt sind; diese gehen bis auf die Pia mater herab, aber nie unter die Pia, zwischen diese und Hirn, in den sogenannten epicerebralen Raum. Dagegen setzt sich die Masse längs der Blutgefässe fort, so dass auf Querschnitten die Arterien fast überall wie mit blauen Ringen umgeben sind. Die Injectionsmasse liegt in den perivasculären Räumen von Virchow und Robin. Stellenweise tritt die Masse bis an die Muscularis heran, so dass man kein Zwischengewebe zwischen dieser und der blauen Masse mehr wahrnimmt. An grössern Gefässen liegt immer noch ein schwacher, heller bindegewebiger Ring auf der Muscularis, zwischen dieser und der Injectionsmasse. — Am Querschnitte der Arterien findet man gewöhnlich an zwei gegenüberliegenden Stellen eine blaue Masse mit breiter Basis an die Gefässe herantreten, während sie dazwischen nur einen schmalen Ring um den Gefässquerschnitt bildet. — An manchen Stellen sieht man deutlich die Masse selbst in die kleinen Räume des subarachnoidalen Gewebes völlig infiltirt.

Hirn No. IV.

Frau 40 Jahre alt. Leiche gewärmt. Der I. Lendenwirbel weggebrochen, von hier aus die subarachnoidale Injection mit blauer Leimmasse. Trepanation am os parietale dextrum, von hier aus die subdurale Injection.

Die Massen waren nicht zusammengeflossen. Im Sinus longitudinalis superior gelbe und blaue Masse; sonst keine Communication.

Der subdurale Raum zeigt sich getrennt vom subarachnoidalen am Rückenmark und Gehirn. — Der subarachnoidale Raum sehr schön gefüllt am Rückenmarke. Die Masse steckt überall zwischen den Nervenbündeln der Cauda equina, glatt umhüllt von der Arachnoidea. Die Masse begleitet die Nerven bis zum Austritt aus der Dura mater, jenseits derselben ist

nichts mehr sichtbar. Die Arachnoidalzotten im Sinus longitudinalis superior sind injicirt, es sind nur wenig Zotten im Sinus sichtbar, dagegen die Lacunae laterales sind prall mit Zotten gefüllt. — Die Massen sind vollständig getrennt. Die subdurale Injection ist bis zum Balken vorgedrungen längs der Falx cerebri. — Die blaue Injectionsmasse (subarachnoidal) ist vorgedrungen längs der Oberfläche des Kleinhirns und der Vena magna Galeni, begleitet dieselbe und bildet auf dem corpus quadrigeminum, von letzterem aber durch Arachnoidea-Pia getrennt, eine starke Anhäufung; sie folgt dem Verlaufe der Venen, umhüllt die Zirbeldrüse und geht der Tela chorioidea III entlang bis zur Mitte des III. Ventrikelraumes. In allen Ventrikeln findet sich blaue Masse.

Die Tela chorioidea III trennt die in den Ventrikeln gelegene Masse von der auf der Tela liegenden vollständig ab.

In der Dura mater cerebri sind mikroskopisch zu sehen: 1) von einander getrennte in Form und Grösse Saftlücken und Saftcanälchen entsprechende Räume mit gelber Masse gefüllt. — 2) Grössere, theilweise aus zusammengeflossenen kleinern Räumen entstandene Räume, die sich wie Spalten zwischen den Lamellen der Dura ausnehmen (Lymphgefässe). — 3) In fast allen als Venen zu erkennenden Blutgefässen, meist mit dem Blute gemischt, gelbe Masse. Eine Arterie, die deutlich als solche erkannt werden konnte, enthält keine Masse.

Die mikroskopische Untersuchung der Arachnoidalzotten liefert dasselbe Resultat, wie von Axel Key und G. Retzius angegeben.

Hirn No. V.

Mann 48 Jahre alt. Leiche gewärmt. Der VI. Brustwirbel und I. Lendenwirbel weggebrochen. Die subdurale Injection vom VI. Brustwirbel aus mit gelber Leimmasse; die subarachnoidale vom I. Lendenwirbel aus mit blauer Leimmasse.

Die gelbe subdurale Injection nicht bis zum Hirn vorgedrungen, am Rückenmarke aber von der subarachnoidalen Injection getrennt. Der Sinus longitudinalis superior strotzend mit geronnenem Blute gefüllt; sämmtliche Arachnoidalzotten im Sinus und den Lacunae laterales tiefblau, auch im Sinus longitudinalis superior ist freie blaue Masse; am Torcular Herophili freie blaue Masse sowie blau gefärbte Arachnoidalzotten. — In allen Hirnventrikeln überall blaue Masse; im Gewebe der Tela chorioidea III blaue Masse, die sich nicht mit der intraventrikulären mischt. Die Verhältnisse also gerade so wie bei Hirn No. IV. An einer Stelle des frontal durchschnittenen Gehirns sieht man sehr schön makroskopisch im Sinus die blaue Injection der Arachnoidalzotten. Die Cisternen der Basis mit blauer Masse gefüllt. Der IV. Ventrikel mit blauer Masse gut gefüllt; dieselbe lässt sich in Continuo aus den seitlichen Ventrikelöffnungen, den „aperturae laterales“, hinaus verfolgen, wo sie mit der subarachnoidalen Injection zusammenhängt.

Hirn No. VI.

Kind 11 Jahre alt. Leiche gewärmt. Subdurale Injection vom Gehirn aus; subarachnoidale vom Rückenmarke aus. Die gelbe Masse liegt auf der Arachnoidea; die blaue Masse nicht bis zum Gehirn vorgedrungen.

Sinus sehr weit, strotzend mit Blut gefüllt. Arachnoidalzotten sehr klein. Bei genauerer Untersuchung finden sich in den Lacunae laterales deutlich gelb injicirte Arachnoidalzotten.

Die gelbe subdurale Injectionsmasse ist bis zum Rückenmarke vorgedrungen und liegt überall subdural; so weit blaue subarachnoidale Injectionsmasse vorgedrungen, liegt sie streng subarachnoidal, keine Vermischung der beiden Massen. — Bei der Untersuchung der Hirnoberfläche findet sich die Arachnoidea verletzt, und so erklärt sich auch, dass an einer Stelle gelbe Masse unter der Arachnoidea liegt. — An der Dura mater, bezüglich des Verhaltens der Masse zum Gewebe derselben der nämliche Befund, wie bei Gehirn No. VII.

Hirn No. VII.

Kind 2½ Jahre alt. Leiche gewärmt etc. Doppelinjection.

Sinus longitudinalis superior stark mit Blut gefüllt, sehr weit. Im Sinus finden sich keine Arachnoidalzotten, wohl aber in den Lacunae laterales; die Zotten sind nur sehr wenig injicirt. — Die gelbe Injectionsmasse ist bis zu den an dem Sinus longitudinalis superior liegenden Venen vorgedrungen. — Die subarachnoidale Injection nur am Rückenmarke gelungen. — Bemerkenswerth ist das Verhalten der gelben subduralen Masse zur Dura.

In der Nähe des Sinus longitudinalis superior, besonders in der Umgebung der in diesen eintretenden Venen, haftet die gelbe Masse so fest der Innenfläche der Dura mater an, dass sie sich weder mit dem Finger wegwischen, noch mit dem Wasserstrahl abspülen lässt; schabt man den Leim ab, so bleibt immer noch gelbe Masse haften, gleichsam, wie in kleine Maschen der Dura mater infiltirt; man erkennt diese Maschenräume mit freiem Auge; hier ist die Innenfläche der Dura in grösserer Ausdehnung nicht glatt, sondern mit lockerm, sehr zartem Gewebe bedeckt, welches sich an die Venen anheftet und dieselben längere Strecken weit begleitet; dieses Gewebe geht direkt in das Gewebe der Arachnoidea über. — An allen andern Stellen ist die Dura mater wie immer ganz glatt, auch haftet hier die Leimmasse niemals fest, sondern lässt sich, ohne dass etwas zurückbleibt, leicht entfernen. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Dura mater findet sich dasselbe wie am Hirn No. IV.

Hirn No. VIII.

Neugebornes. Leiche gewärmt. 1. Lendenwirbel weggebrochen, Injection des Subarachnoidalraumes mit blauer Leimmasse.

Die subarachnoidale Injection ist complet am Gehirn und Rückenmark. — Im Sinus longitudinalis superior links an der Grenze des vordern und mittlern Drittels kleine blau gefärbte Arachnoidalzotten, ebenso in einer Lacuna lateralis. Freie Leimmasse wird in dem mit Blut gefüllten Sinus nicht gefunden. — Ausguss aller Hirnhöhlen mit blauer Masse, die überall auch in den Communicationswegen: Aquaeductus, Foramen Monroi, zusammenhängt. — Nirgends findet sich ein Uebergang der Injectionsmasse in den Subduralraum.

Hirn No. IX.

Mädchen 7 Monate alt. Leiche gewärmt. Der I. Lendenwirbel weggebrochen. Subarachnoidale Injection mit blauer Leimmasse.

Bei wiederholten Untersuchungen des mit Blut prall gefüllten Sinus longitudinalis superior und Sinus transversus keine Injectionsmasse nachzuweisen, ebenso wenig Arachnoidalzotten. — Reine subarachnoidale Injection. Im dritten und den beiden Seitenventrikeln blaue Leimmasse.

Hirn No. X.

Knabe 1½ Jahre alt. Leiche gewärmt etc. Doppelinjection. Subdural mit gelber Leimmasse; subarachnoidal mit blauer.

Die subarachnoidale Injection ist auf der Convexität der Hirnoberfläche kaum sichtbar; die subdurale, gelb, fehlt auf der Convexität links ebenfalls, ist dagegen rechts sehr gut gelungen, wo ein continuirlicher Leimüberzug von 1 mm. Dicke besteht. — Im Sinus longitudinalis superior ein denselben vollständig ausfüllendes Blutcoagulum, welches von rechts her mit gelbem Leim in dünner Schicht bedeckt ist. Dass der gelbe Leim ausschliesslich von rechts her gekommen ist, zeigt sich aus dem Umstande, dass die in den Sinus longitudinalis superior mündenden Venen sämmtlich rechterseits an ihrer Oberfläche mit gelben Mänteln umgeben sind, links ist das durchaus nicht der Fall, auch ist nur die rechte Hälfte des Coagulum gelb gefärbt. — An mehreren Stellen sind kleine, winzige, gelb injicirte Arachnoidalzotten sichtbar. — Die gelbe Leimmasse hat sich auf das im Sinus transversus befindliche Blutcoagulum fortgesetzt, ist aber viel spärlicher entwickelt als im Sinus longitudinalis superior. — Im dritten und vierten Ventrikel ist blaue Masse, keine gelbe. — Am Rückenmarke gelungene Doppelinjection, die streng getrennt ist durch die Arachnoidea.

Die mikroskopische Untersuchung der Dura mater cerebri ergibt: In Venen und Spalträumen, in denen kein Blut liegt, und in kleinen, Saftcanälen ähnlichen Räumen ist gelbe Masse zu sehen, gerade wie es in andern Durae der Fall war. An einigen Präparaten ist an einer Stelle eine grubenartige Vertiefung, an der die Masse in das Gewebe der Dura hinein sich verfolgen lässt.

Hirn No. XI.

Mann 58 Jahre alt. Leiche gewärmt. I. Lendenwirbel weg gebrochen, von hier aus subarachnoidale Injection mit blauer Leimmasse. Trepanation am rechten os parietale, von hier aus subdurale Injection mit gelber Leimmasse.

Injection des subarachnoidalen Raumes sehr gering, doch stellt sich als sicher heraus, dass nirgends eine Communication stattgefunden hat zwischen Subdural- und Subarachnoidalraum. (Beide Räume werden an der Basis der Schädel in toto präparirt.) Arachnoidalzotten im Sinus schwer zu erkennen, bei erneuter Untersuchung aber sind die Lacunae laterales voll von doppelinjicirten Arachnoidalzotten. Im Sinus longitudinalis superior nur ein paar gelbe und blaue Flecke, immer an Stellen, wo auch kleine Arachnoidalzotten erscheinen. — Bei der Untersuchung der Hirnoberfläche findet sich an der obern innern Kante des rechten Hinterlappens ein grösserer cystenartiger Raum von Haselnussgrösse in der Arachnoidea. In der Nähe dieses Raumes ist die gelbe Injectionsmasse in das subarachnoidale Gewebe eingedrungen. — In den Ventrikeln findet sich keine blaue Masse; die Oeffnungen, vor allem das Foramen Magendii sind nicht verschlossen gewesen. — Die mikroskopische Untersuchung der Arachnoidalzotten liefert dasselbe Resultat, wie von Axel Key und G. Retzius angegeben.

Hirn No. XII.

Neugeborenes Mädchen. Leiche gewärmt etc. Doppelinjection.

Im Sinus longitudinalis superior keine Injectionsmasse, aber kleine Arachnoidalzotten, welche gruppenweise angeordnet sind und theils gelb, theils blau injicirt erscheinen. — Die Subarachnoidalräume, die Cisternen an der Basis complet gefüllt. — Auf dem medianen Schnitte sieht man complete subarachnoidale Injection um die Zirbeldrüse und auf der Tela choroidea III. III. Ventrikel leer. Der IV. Ventrikel aber zeigt ein kleines Stückchen blauer Leimmasse.

Hirn No. XIII.

Mädchen 11 Tage alt. Leiche gewärmt etc. Doppelinjection.

Dura in toto herausgenommen. Sinus longitudinalis superior wie bei Hirn No. XII; namentlich zeigt sich deutlich eine weit vorspringende Arachnoidalzotte, gelb injicirt; blaue Injectionsmasse nicht im Sinus nachzuweisen. Sehr complete Injection der subarachnoidalen Räume, an den meisten Stellen auch subdural die Injection gut gelungen. Beide Injectionen sind vollständig getrennt; längs der Nervenwurzeln bis zum Austritte aus der Dura setzt sich die subarachnoidale blaue Injection fort.

Auf dem medianen Schnitte sieht man alle Ventrikel gefüllt, ferner die Tela choroidea an ihrer Oberfläche, so wie die Umgebung der Zirbel-

drüse injicirt; diese Masse jedoch nicht in Communication mit den Ventrikeln, obgleich sich dieselbe auf der Tela choroidea bis in die Gegend des Foramen Monroi hin erstreckt. Blaue Injectionsmasse findet sich auch auf der Oberfläche des Balkens fast seiner ganzen Länge nach.

Hirn No. XIV.

Mann 18 Jahre alt. Leiche gewärmt etc. Doppelinjection.

Beide Injectionen werden getrennt gefunden; obgleich die gelbe subdurale Masse weniger ausgedehnt erscheint, als die blaue, sieht man doch alle Arachnoidalzotten innerhalb des Sinus wie in den Lacunae laterales intensiv gelb injicirt, einige Arachnoidalzotten erscheinen grün; doppelinjicirt. — Im Sinus longitudinalis superior eine denselben locker ausfüllende geronnene gelbe Masse, welche ein Gemisch von Blutcoagulum und gelbem Leim darstellt; eine blaue Färbung wird im Sinus nicht gefunden. Die Ventrikel des Gehirns enthalten blaue Masse. — Am Rückenmarke nur blaue Injectionsmasse, aber rein subarachnoidal.

Hirn No. XV.

Frau 78 Jahre alt. Leiche gewärmt etc. Doppelinjection.

An der linken Seite des Gehirns die subdurale Injection vorgenommen. — Am Rückenmarke nur eine durchaus isolirte subarachnoidale Injection. Am Hirn links vollständig getrennte subdurale und subarachnoidale Injection, hier ist auch die Arachnoidea an ihrer obern Fläche von normalem Aussehen, derb und fest. — An der rechten Seite des Gehirns vorzugsweise subarachnoidale Injection, aber es liegt ein dünner, vielfach unterbrochener Mantel gelber Masse auf der blauen, entschieden subarachnoidal. Die Arachnoidea ist hier von einer ausserordentlichen Zartheit, oedematös infiltirt. — Im Sinus longitudinalis superior freie gelbe Masse, zahlreiche und grosse Arachnoidalzotten, ebenso in den Lacunae laterales. Die Arachnoidalzotten sind zum Theil rein gelb, einzelne wenige vorherrschend blau, viele grün injicirt. — Im linken Sinus transversus eine intensiv gelb injicirte Arachnoidalzotte.

Hirn No. XVI.

Knabe 1¼ Jahre alt. Leiche gewärmt etc. Doppelinjection.

Im Sinus longitudinalis superior gelbe Masse, welche sich in die Lacunae laterales hineinerstreckt. In den Lacunen sieht man zahlreiche auf's Schönste gelb injicirte flache und kleine Arachnoidalzotten. Die Dura erscheint an mehreren Stellen (in der Nähe des Sinus) wie mehrblätterig, fast lamellös und flache Räume, die mit den Venen und Sinus communiciren, einschliessend; in diesen Räumen schiessen überall die Arachnoidalzotten auf. (Die Lacunae laterales von Axel Key und G. Retzius.) Die blaue subarachnoidale Injectionsmasse ist gut vorgedrungen bis zur Basis,

an der Convexität des Hirnes ist sie nicht zu finden; sie liegt durchaus von der gelben Masse getrennt. An der Basis des Gehirns waren alle Cisternen gefüllt.

Am Rückenmarke ist deutlich gelungene Doppelinjection, die gelbe Masse subdural, die blaue subarachnoidal, und wie auch die mikroskopische Untersuchung ergeben hat, vollständig von einander getrennt.

Hirn No. XVII.

Knabe 5 Jahre alt. Leiche gewärmt. Injection des subarachnoidalen Raumes mit blauer Leimmasse vom Rückenmarke aus. Die Arachnoidea des Gehirns wurde bei der Trepanation verletzt, daher am Hirn gemischte Injection, aber nur eine geringe Quantität ist in den Subduralraum übergetreten.

Im Sinus longitudinalis superior vereinzelte kleine Partikel blauer Leimmasse; kleine Arachnoidalzotten ebendaselbst tief blau injicirt. Die Lacunae laterales sind voll von blau injicirten Arachnoidalzotten. An der Basis des Gehirns nur die subarachnoidalen Räume, die Cisternen gefüllt. Auf dem Medianschnitt des Gehirns zeigt sich blaue Masse im III. und IV. Ventrikel, auch im Aquaeductus Sylvii. Das Bindegewebe in der grossen queren Gehirnspalte (der Cisterna ambiens) um die Zirbeldrüse ist mit blauer Leimmasse injicirt, diese bleibt auf der Tela choroidea (dem velum triangulare von Axel Key und G. Retzius) liegen und dringt nicht in den Ventrikel herein, sie erstreckt sich nach vorn bis zur Commissura mollis. — Am Rückenmarke reine subarachnoidale Injection.

Hirn No. XVIII.

Frau 50 Jahre alt. Leiche gewärmt etc. Doppelinjection.

Die Injectionsmassen haben sich nirgends mit einander vermischt. Im Sinus longitudinalis superior und den Lacunae laterales freie gelbe Masse, fast alle Arachnoidalzotten intensiv gelb gefärbt, einzelne grün, andere blau. In den Sinus transversi einzelne blaue und gelbe Arachnoidalzotten und freie gelbe Masse.

Am Rückenmarke ist auch die subdurale Injection vorgedrungen und sind die Massen, wie auch mikroskopisch nachgewiesen ist, völlig getrennt.

Die subarachnoidale Scheide des Opticus ist auch ein kleines Stück weit blau injicirt.

An der rechten Seite des Gehirns besteht Pachymeningitis haemorrhagica.

Hammelgehirn.

Linke Seite subdural gelb injicirt durch Trepanationsöffnung. Die subarachnoidale Injection, die vom Halsmark aus vorgenommen wurde (es waren zwei Halswirbel an dem Kopf erhalten worden, die Canüle wurde unter die Arachnoidea geschoben und dann um die Dura ein Faden

geführt, der fest zugeknotet wurde), ist nicht nach oben gedrungen. Die Dura wurde aber auch nicht vom Gehirn entfernt.

Im Sinus longitudinalis superior gelbe Leimmasse, daneben mehrere bis linsengrosse complet gelb injicirte Arachnoidalzotten.

Ausser diesen Injectionen habe ich noch eine ganze Reihe von gleichen Versuchen an Hirnen von Hunden, Katzen und Kaninchen angestellt, welche hier nicht noch besonders aufgeführt werden sollen, da die Resultate bereits im Vorhergehenden erwähnt worden sind und abweichende Verhältnisse sich nicht darboten.

Die Zahl meiner Injectionsversuche der Nasenschleimhaut an menschlichen Leichen, welche hier in den Protokollen nicht speciell aufgeführt sind, beläuft sich auf zehn; darunter acht bei Kindern, zwei bei Erwachsenen. In sieben Fällen, darunter die der beiden Erwachsenen, erhielt ich vollkommen beweisende positive Resultate.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Waldeyer, meinem hochverehrten Lehrer, meinen herzlichen Dank dafür auszusprechen, dass er mich auf dieses Gebiet hingewiesen und bei der Ausführung dieser Arbeit stets mit seinem freundlichen Rathe unterstützt hat.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Schematische Zeichnung einer Arachnoidalzotte zur Erläuterung der im Texte gegebenen Beschreibung.

a. Pia mater.
b. Subarachnoidale Räume des Gehirns (blau).
c. Arachnoidea mit ihrem Endothel.
d. Subduralraum des Gehirns (roth).
e. Stiel der Arachnoidalzotte.
f. Dura-Endothel.
g. Dura mater. Die Arachnoidalzotte ist durch die Dura hindurch in das Lumen des Sinus gewachsen.
h. Subarachnoidalräume der Arachnoidalzotte.
i. Subduralraum der Zotte.
k. Arachnoidal-Endothel der Arachnoidalzotte.
l. Dura-Endothel der Arachnoidalzotte.
m. Eudothel des Sinus.
n. Subarachnoidale und subdurale Injection (mischen sich mit einander im Subduralraum der Arachnoidalzotte).
o. Austritt der gemischten subarachnoidalen und subduralen Injection in den Sinus.
p. Sinus venosus.

Text siehe Seite 16—19.

Fig. 2. Schnitt durch die ganze Dicke der Dura mater. Hartnack Syst. 4. Ocul. 3.

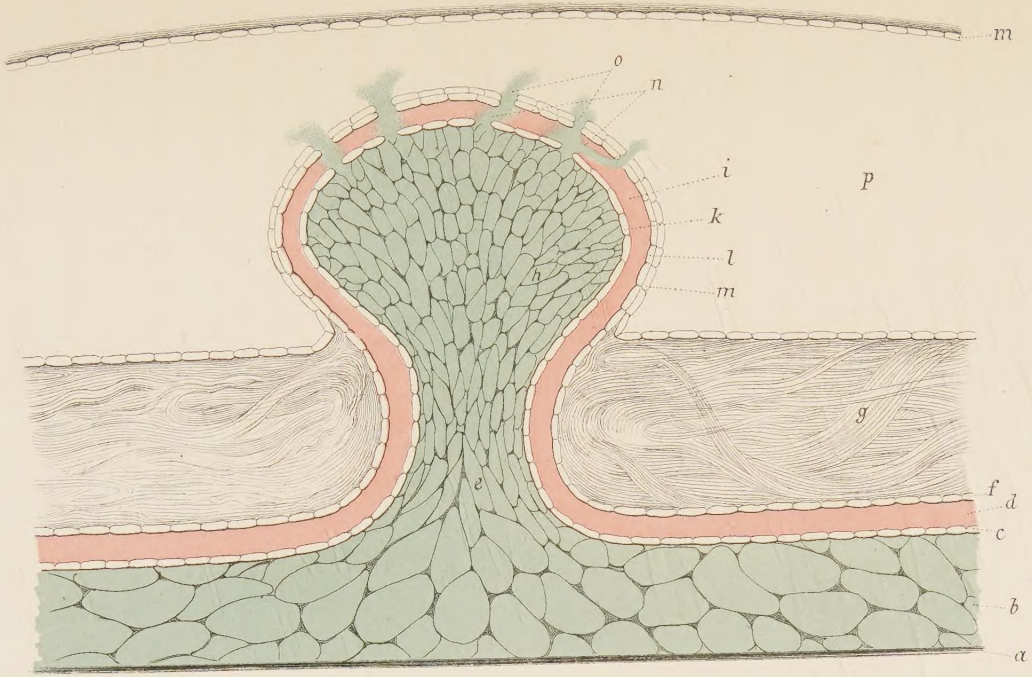
a. Die dem Gehirn zugekehrte Seite. Die schwarz gehaltenen Partien bezeichnen die subdurale Injectionsmasse.
b. Die Injectionsmasse, welche durch eine kleine grubenartige Vertiefung in das Gewebe der Dura mater hinein zu verfolgen ist.
c. Kleine, Saftcanälchen und Saftlücken entsprechende Räume.
d. Längsgeschnittene mit Blut gefüllte Venen.
e. Grössere Blutgefässe (Venen), in d. und e. sieht man in der Zeichnung schwarz gehaltene Körnchen von Injectionsmasse.

Text siehe Seite 22.

Fig. 3. Flächenpräparat der Lymphgefässe der Nasenschleimhaut, gewonnen von einem 4 Jahre alten Kinde nach Injection des Subarachnoidalraumes. Hartnack Syst. 4. Ocul. 3.

Die Erklärung siehe Seite 26.

Fig 1.



Wittmaack, del.

Lith. Passth. Strasbg.